

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-164326

(43)Date of publication of application : 18.06.1999

(51)Int.Cl. H04N 13/04
G03B 35/00
G03B 37/00
G06T 7/00
G06T 7/20

(21)Application number : 09-324653

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 26.11.1997

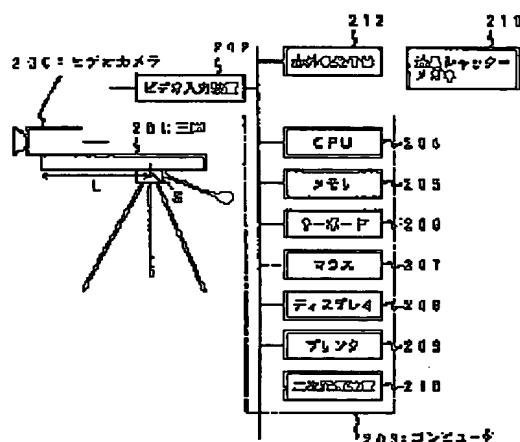
(72)Inventor : KAWAKITA YASUHIRO
TSUKAMOTO AKITOSHI
HAMAGUCHI YOSHITAKA

(54) PANORAMA STEREO IMAGE GENERATION DISPLAY METHOD AND RECORDING MEDIUM RECORDING ITS PROGRAM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To automatically generate a panorama image from photographed continuous images by deciding width of slit images respectively, performing cutout and connection of slit images and producing panorama images for a right eye and a left eye.

SOLUTION: This method calculates optical flow between the n-th reference frame image and the (n+1)th comparison frame image, performs cutout from the reference frame image in a slit shape based on the dimension of the optical flow and generates a slit image. The slit image which is cut out from the n-th reference frame image is connected to an image which combines up to the (n+1)th slit images and a new panorama image is generated. Although a position where the slit images are connected changes according to the turning direction of a video camera 200, because the camera 200 is turned to the left when the code of a horizontal component of central line optical flow is positive, the slit image is connected to the left against a panorama image to produce a new panorama image.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-164326

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月18日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 N 13/04

H 0 4 N 13/04

G 0 3 B 35/00

G 0 3 B 35/00

Z

37/00

37/00

Z

G 0 6 T 7/00

G 0 6 F 15/62

4 1 5

7/20

15/70

4 1 0

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平9-324653

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(22) 出願日

平成9年(1997)11月26日

(72) 発明者 川北 泰広

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

(72) 発明者 塚本 明利

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

(72) 発明者 濱口 佳孝

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

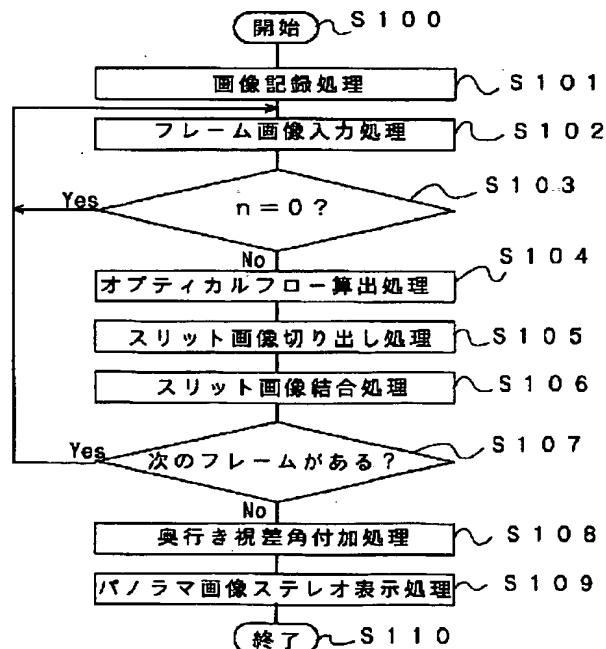
(74) 代理人 弁理士 佐々木 宗治 (外3名)

(54) 【発明の名称】 パノラマステレオ画像生成表示方法及びそのプログラムを記録した記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 厳密な機器や操作を必要としなくてもより正確なパノラマ画像を作成でき、そのパノラマ画像内の対象物までの距離に基づいたステレオ表示が可能なパノラマステレオ画像生成表示方法等を得る。

【解決手段】 連続する撮影画像からスリット状に切り出したスリット画像を結合し、左目視用及び右目視用のパノラマ画像を生成して、立体表示を行うパノラマステレオ画像生成表示方法において、連続する2つのフレーム画像を比較し、基準フレーム画像を2等分する中心線から等距離にある2本の基準線上の各画素におけるオプティカルフローの大きさを算出する工程S104と、オプティカルフローの大きさに基づいて、スリット画像の幅をそれぞれ決定し、基準フレーム画像からスリット画像をそれぞれ切り出す工程S105と、右目用及び左目用のパノラマ画像を生成するためのスリット画像をそれぞれ結合し、右目用及び左目用のパノラマ画像をそれぞれ生成する工程とを有している。



第1の実施の形態に係る処理を表すフローチャート

【特許請求の範囲】

【請求項1】 連続する撮影画像からスリット状に切り出したスリット画像を結合し、ステレオ視を行う際の左目視用及び右目視用のパノラマ画像を生成して、両眼視差を利用して前記パノラマ画像の立体表示を行うパノラマステレオ画像生成表示方法において、パノラマステレオ画像生成方法は、

連続する2つの前記撮影画像を比較し、前記連続する2つの撮影画像のうち、基準となる画像を2等分する中心線から等距離にある2本の基準線上の各画素におけるオプティカルフローの大きさを算出する工程と、

算出した前記各画素のオプティカルフローの大きさに基づいて、前記右目用及び左目用のパノラマ画像を生成するための前記スリット画像の幅をそれぞれ決定する工程と、

前記スリット画像の幅及び前記基準線に基づいて、前記基準となる画像から前記右目用及び左目用のパノラマ画像を生成するためのスリット画像をそれぞれ切り出す工程と、

前記右目用及び左目用のパノラマ画像を生成するためのスリット画像をそれぞれ結合し、前記右目用及び左目用のパノラマ画像をそれぞれ生成する工程とを有することを特徴とするパノラマステレオ画像生成表示方法。

【請求項2】 生成した前記パノラマ画像内に撮影された目的物に対し、視点となる撮影点から目的物までの距離に基づいた奥行き視差角のデータを付加する工程をさらに有することを特徴とする請求項1記載のパノラマステレオ画像生成表示方法。

【請求項3】 生成した前記パノラマ画像を表示する際に、前記視点を回転軸として前記奥行き視差角のデータに基づいて、前記パノラマ画像を回転させることを特徴とする請求項2記載のパノラマステレオ画像生成表示方法。

【請求項4】 連続する2つの前記撮影画像を比較させ、

前記連続する2つの撮影画像のうち、基準となる画像を2等分する中心線から等距離にある2本の基準線上の各画素におけるオプティカルフローの大きさを算出させ、算出した前記各画素のオプティカルフローの大きさに基づいて、前記右目用及び左目用のパノラマ画像を生成するための前記スリット画像の幅をそれぞれ決定させ、

前記スリット画像の幅及び前記基準線に基づいて、前記基準となる画像から前記右目用及び左目用のパノラマ画像を生成するためのスリット画像をそれぞれ切り出させ、

前記右目用及び左目用のパノラマ画像を生成するためのスリット画像をそれぞれ結合させ、

前記右目用及び左目用のパノラマ画像をそれぞれ生成させ、

生成した前記パノラマ画像内に撮影された目的物に対

し、視点から目的物までの距離に基づいた奥行き視差角のデータを付加させ、

前記パノラマ画像を表示させることをコンピュータに行わせるパノラマステレオ画像生成表示プログラムを記録した記録媒体。

【請求項5】 前記パノラマ画像を表示させる際に、奥行き視差角のデータに基づいて、前記パノラマ画像を、視点を回転軸として回転させるプログラムを有することを特徴とする請求項4記載のパノラマステレオ画像生成表示プログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、1台のビデオカメラ等で連続的に入力した画像を用いて、例えばコンピュータ上で合成して表示するようなパノラマ画像の生成及びそのパノラマ画像を両眼視差を利用して立体的にステレオ表示させるパノラマステレオ画像生成表示方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、1台のビデオカメラ又はスチルカメラで撮影した画像に2つの垂直スリットを用いることによって、2台のカメラで撮影されたような画像を生成する手法がコンピュータビジョンの分野で報告されている。例えば「Omni-Directional Stereo」IEEE Transaction On Pattern Analysis And Machine Intelligence, Vol. 14, No. 2, February 1992 に記載されているものは、回転軸から半径方向の距離だけ離れたところに焦点が来るようにカメラを設置し、回転ステップを0.4度に固定して撮影するものである（この場合、1周360度で900枚の画像が得られることになる）。撮影された画像の中心から左右にそれぞれ100ピクセル離れた部分で、幅が1ピクセルで高さが撮影された画像の高さ（ここでは256ピクセルとする）のスリット画像を切り出す。そして左右各900枚のスリット画像を全て結合して最終的に900×256ピクセルのパノラマ画像を2枚生成する。そしてこの2枚のパノラマ画像からパノラマ画像内に記録されている特徴点（ここでは垂直エッジ）の位置を検出している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】現在、ビデオカメラ1台だけで、2台のビデオカメラで撮影したようなパノラマ画像を生成する方法としては、上述の文献に示したようにビデオカメラで撮影した画像に対し、左右2つのスリットを用いて切り出した画像を連続的に記録し、結合させる方法がある。

【0004】しかし、このような方法でパノラマ画像を生成する場合、切り出すスリット幅が一定であるため、その幅に基づいて、ビデオカメラを一定の角速度で回転させて画像を記録させる必要がある。この場合、記録された画像は忠実に再現され、安定したものとなるが、ビ

デオカメラをある回転軸を中心に一定の角速度で回転させるためには、精密な機器やそれらをコントロールする装置が必要となり、一般ユーザがそれらを利用するのは困難である。また生成されたパノラマ画像は、パノラマ画像内に記録されている特徴点の2次元位置の測定に対しては考慮されて生成されるが、そのパノラマ画像をユーザがステレオ視することを考慮して生成されていない。したがって、このようなパノラマ画像を単純にステレオ視すると、パノラマ画像内に撮影された対象物までの距離感覚が、その対象物に対応したものではなく、違ったものになる。

【0005】そこで、ビデオカメラ回転の角速度に関係なく、より正確なパノラマ画像を得ることができ、そのパノラマ画像内の対象物までの距離に基づいたステレオ表示が可能なパノラマステレオ画像生成方法及び表示方法並びにそれらのプログラムを記録した記録媒体の実現が望まれていた。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明に係るパノラマステレオ画像生成表示方法は、連続する2つの撮影画像を比較し、連続する2つの撮影画像のうち、基準となる画像を2等分する中心線から等距離にある2本の基準線上の各画素におけるオプティカルフローの大きさを算出する工程と、算出した各画素のオプティカルフローの大きさに基づいて、右目用及び左目用のパノラマ画像を生成するためのスリット画像の幅をそれぞれ決定する工程と、スリット画像の幅及び基準線に基づいて、基準となる画像から右目用及び左目用のパノラマ画像を生成するためのスリット画像をそれぞれ切り出す工程と、右目用及び左目用のパノラマ画像を生成するためのスリット画像をそれぞれ結合し、右目用及び左目用のパノラマ画像をそれぞれ生成する工程とを有している。本発明においては、パノラマステレオ画像を生成する方法として、連続する2つの撮影画像のうち、左目用のパノラマ画像及び右目用のパノラマ画像を作成するために設けられた、基準となる画像を2等分する中心線から等距離にある2本の基準線上の各画素におけるオプティカルフローの大きさを算出する。従来のように固定のスリット幅ではなく、算出した各画素のオプティカルフローの大きさに基づいて、右目用及び左目用のパノラマ画像を生成するためのスリット画像の幅をそれぞれ決定する。スリット画像の幅及び基準線に基づいて、基準となる画像から右目用及び左目用のパノラマ画像を生成するためのスリット画像をそれぞれ切り出す。右目用及び左目用のパノラマ画像を生成するためのスリット画像をそれぞれ結合し、右目用及び左目用のパノラマ画像をそれぞれ生成する。

【0007】また、本発明に係るパノラマステレオ画像生成表示方法は、パノラマ画像を表示する際に、奥行き視差角のデータに基づいて、パノラマ画像を、視点を回転軸として回転させる。本発明においては、奥行き視差

角を利用して、左右のパノラマ画像の位置調整を行うことで、ステレオ視する際のパノラマ画像内の対象物に対しての正確な距離感覚が得られる。

【0008】また、本発明に係るパノラマステレオ画像生成表示プログラムを記録する記録媒体は、連続する2つの前記撮影画像を比較させ、連続する2つの撮影画像のうち、基準となる画像を2等分する中心線から等距離にある2本の基準線上の各画素におけるオプティカルフローの大きさを算出させ、算出した各画素のオプティカルフローの大きさに基づいて、右目用及び左目用のパノラマ画像を生成するためのスリット画像の幅をそれぞれ決定させ、スリット画像の幅及び基準線に基づいて、基準となる画像から右目用及び左目用のパノラマ画像を生成するためのスリット画像をそれぞれ切り出させ、右目用及び左目用のパノラマ画像を生成するためのスリット画像をそれぞれ結合させ、右目用及び左目用のパノラマ画像をそれぞれ生成させ、生成したパノラマ画像内に撮影された目的物に対し、視点から目的物までの距離に基づいた奥行き視差角のデータを付加させ、パノラマ画像を表示させることをコンピュータに行わせるプログラムを記録する。本発明においては、連続する2つの撮影画像のうち、左目用のパノラマ画像及び右目用のパノラマ画像を作成するために設けられた、基準となる画像を2等分する中心線から等距離にある2本の基準線上の各画素におけるオプティカルフローの大きさを算出させる。従来のように固定のスリット幅ではなく、算出させた各画素のオプティカルフローの大きさに基づいて、右目用及び左目用のパノラマ画像を生成するためのスリット画像の幅をそれぞれ決定させる。スリット画像の幅及び基準線に基づいて、基準となる画像から右目用及び左目用のパノラマ画像を生成するためのスリット画像をそれぞれ切り出させる。右目用及び左目用のパノラマ画像を生成するためのスリット画像をそれぞれ結合し、右目用及び左目用のパノラマ画像をそれぞれ生成させる。

【0009】

【発明の実施の形態】実施形態1. 図1は本発明の第1の実施の形態に係るパノラマ画像生成方法を実現するための処理を表すフローチャートである。図において、S101は例えば三脚等を用いてある軸を中心にカメラを回転させて撮影された画像を記録する画像記録処理である。S102は記録された複数のフレーム画像を入力処理をするフレーム画像入力処理である。S103はフレーム画像が1フレーム目かどうかを判断する判断処理である。S104は連続する2つの画像を比較し、オプティカルフローを算出するオプティカルフロー算出処理である。S105はオプティカルフローの大きさに応じたスリット画像を切り出すスリット画像切り出し処理である。S106はスリット画像を、結合画像と結合して新しい結合画像（パノラマ画像）を生成するスリット画像結合処理である。S107は処理を行うべき次のフレー

ム画像があるかどうかを判定する終了判定処理である。S108はパノラマ画像に撮影されている対象物（オブジェクト）毎に、距離情報に基づいて奥行き視差角のデータをリンクさせる奥行き視差角付加処理である。S109はパノラマ画像の表示を行うパノラマ画像ステレオ表示処理である。S110は表示終了処理である。

【0010】ビデオカメラを水平に保って回転させた場合、回転軸は水平面に対して垂直になるが、回転軸はこれに定まったわけではなく、どのように設定してもよい。例えば回転軸を水平にして、縦方向に回転させてもよい。また回転角は、全方位のパノラマ画像を生成する場合は360度必要となるが、前方のみのパノラマ画像を生成する場合は、180度程度でよく、必要に応じた回転角が得られればよい。さらに三脚の代わりに自動で回転するような雲台を利用してビデオカメラ200を回転させてもよい。第1の実施の形態では、三脚を水平方向に回転できるように設置し、三脚の回転軸から半径方向に距離Lだけ離れたところに焦点が位置するようにビデオカメラを固定して、上から見て反時計回り（左回り）に1回転させて、1周分のパノラマステレオ画像を生成及び表示する方法を示す。

【0011】図2は本発明の第1の実施の形態に係るパノラマ画像生成方法を実現するためのシステムの構成例を示すブロック図である。図において200は画像の作成対象を撮影するためのビデオカメラである。201はビデオカメラ200の回転軸を固定し、360度回転させることが可能な三脚である。202はビデオカメラ200から送信されるビデオ信号をコンピュータ203に入力するためのビデオ入力装置である。203は一般的なパーソナルコンピュータやワークステーション等のコンピュータである。コンピュータ203は、図1の画像生成表示処理を実際に行う処理手段となるCPU204、CPU204が処理を行う画像データ等を一時的に記憶するメモリ205、オペレータの指示等をCPU204に伝達するためのキーボード206及びマウス207、処理画像などを表示又は印刷するためのディスプレイ208及びプリンタ209、処理画像を記憶するための二次記憶装置210により少なくとも構成される。211はコンピュータ203のディスプレイ208と連動して動作するステレオ視を行うための液晶シャッターメガネである。212は液晶シャッターメガネ211とディスプレイ208が表示する画像との同期をとるための赤外線発信器である。

【0012】以下、図1及び図2に基づいてパノラマ画像生成方法の詳細な動作の説明を行う。三脚201において、回転軸から距離Lだけ離れたところに焦点が位置するようにビデオカメラ200を固定し、1方向に1回転できるように設置する。ここでビデオカメラ200を水平に保って回転させた場合、回転軸は水平面に対して

$$L \sin \theta = e$$

つまり、既知である目の間隔2eと回転軸からビデオカ

メラの焦点までの距離Lとによって無限遠点を両眼視し垂直になるが、回転軸の向きはこれに限定されるものではなく、どのように設定しても良い。例えば回転軸を水平にして縦方向に回転させるようにしてもよい。また、回転角は全方位のパノラマ画像を生成する場合は360度（1回転分）必要となるが、前方のみのパノラマ画像を生成する場合には、180度程度回転できればよい等、得たい画像の必要に応じた回転角が得られればよい。さらに三脚201の代わりに自動で回転するような雲台を利用してビデオカメラ200を回転させてもよい。第1の実施の形態では、ビデオカメラ200を水平に回転できるように三脚201を設置し、ビデオカメラ200を反時計周りに1回転させて、全方位（1周分）のパノラマ画像を生成し、ステレオ表示する例を示す。

【0013】S100は開始処理である。S101において、ビデオカメラ200を回転軸を中心として、例えば手で反時計方向に回転させ、1周分の撮影画像をビデオテープに録画させたり、ビデオ入力装置202を介してコンピュータ203の2次記憶装置210にフレーム単位のファイル形式で記憶させる。S102において、フレーム毎の画像（以下、フレーム画像という）の処理を行う。ビデオテープに録画されている場合は、録画された画像を1フレームずつ進めるようなコントロールを行って、フレーム画像をビデオ入力装置202を介してメモリ205に取り込んで処理を行う。また2次記憶装置210には画像が1フレームずつファイル形式で記憶されているので、2次記憶装置210から画像ファイルを読み込むという形でフレーム画像をメモリ205に取り込んで処理を行う。ここで、メモリ205に取り込んだフレーム画像を比較フレーム画像ということにし、現在扱っている比較フレーム画像を、n番目の基準フレーム画像（ $n=0, 1, \dots, N-1$ ）とする。S103において、メモリ205に取り込まれたフレーム画像が $n=0$ （つまり1フレーム目の画像）であるかどうかを判断する。 $n=0$ の場合、オプティカルフローを算出するための基準となるフレーム画像が他に存在しないので、 $n=0$ の比較フレーム画像を基準フレーム画像とし、 $n=1$ 番目のフレーム画像を再度メモリ205に取り込み、そのフレーム画像をあらためて比較フレーム画像とする。 $n=0$ でないときは、すでに基準フレーム画像（前にメモリ205に取り込んだ画像）が存在している。

【0014】図3はビデオカメラの回転角と位置との関係を表す図である。ここでフレーム画像から切り出しを行うための画像中心から右目用又は左目用のスリットまでの距離x（ピクセル）を以下のようにして求める。ビデオカメラの回転半径をL（m）ステレオ視する際の両目の間隔を2e（m）、カメラの回転角を 2θ とすると、次式（1）に示すような関係が成り立つ。

$$\dots (1)$$

メラの焦点までの距離Lとによって無限遠点を両眼視し

たときに両眼の視線方向が平行になるための $\angle \theta$ が求まることになる。

【0015】図4は画面とスリットの位置との関係を表す図である。画面中心からスリット位置までの距離を x

$$x : w/2 = \tan \theta : \tan (fov_x/2) \quad \dots (2)$$

したがって、次式(3)が成り立ち、画面中心からスリットまでの距離 x (ピクセル) が求まる。

$$x = \{ (w/2) \times \tan \theta \} / \tan (fov_x/2) \quad \dots (3)$$

例えば、 $L=0.17$ (m)、 $e=0.03$ (m) とすると、 $\theta=10.16$ (deg) となり、さらに、 $w=320$ (ピクセル)、 $fov_x=31$ (deg) とすると、 $x=103$ (ピクセル) となる。したがってこの例の場合、フレーム画像の中心線より水平方向に左右それぞれ103ピクセル離れた線が、左目用及び右目用のスリット画像を切り出すための基準線となる。

【0016】S104において、 n 番目の基準フレーム画像と $n+1$ 番目の比較フレーム画像との間のオプティカルフローを求める。オプティカルフローとは、2枚のフレーム画像間でどの画素がどこに移動したかをベクトルによって表現したものである。このオプティカルフローの算出には既存の技術を利用することができる。例えば、ブロックマッチングを利用したオプティカルフロー

$$|V| = |(c-a, d-b)| = \sqrt{(c-a)^2 + (d-b)^2} \quad \dots (4)$$

これは全ての画素に対して適用可能であり、全ての画素に対し、オプティカルフローが算出できる。

【0018】本実施の形態では、基準フレーム画像の左右のスリット画像の基準線の画素に対してオプティカルフローを求めることにする。ここで1フレームの縦の画素数を H とすると、1つのフレーム画像に対し、オプティカルフローは左目用、右目用それぞれに対し、 H だけ求まることになる。ただし、ここでオプティカルフローが定まらなかった画素に対しては、不定の印として U の値を付して区別しておく。なお、第1の実施の形態ではオプティカルフローの検出方法として、一般的に用いられているブロックマッチング法を利用したが、検出方法はこれに特定されるものではない。

【0019】図6はオプティカルフローの検出結果とスリット画像の説明図である。図6 (a) は原画像である基準フレーム画像である。図6 (b) はオプティカルフローの検出結果である。ただし、図6 (b) のオプティカルフローの検出結果は、図6 (a) の全ての画素について行われている。図6 (c) は、基準フレーム画像から切り出しを行ったスリット画像である。S105において、算出したオプティカルフローの大きさに基づいて、基準フレーム画像からスリット状に切り出しを行い、スリット画像を生成する。本実施の形態においては、ビデオカメラ200は反時計回りに回転し、オプティカルフローの値は正であるので、算出したオプティカルフローの大きさで有効なものうち (U の値が付されていないもの)、最も数が多いオプティカルフローの大

(ピクセル)、フレーム画像の幅を w (ピクセル)、ビデオカメラの水平視野角を fov_x 度とすると、次式(2)に示すような関係が成り立つ。

の算出の例を示す。

【0017】図5はブロックマッチングによるオプティカルフローの算出例を表す図である。図5のように n 番目の基準フレーム画像からある点 $P(a, b)$ を中心とする一辺 L (ピクセル) のブロック画像 B_p を取り出す。 $n+1$ 番目の比較フレーム画像上で、ブロック画像 B_p と最も一致するブロックを検出し、そのブロックの中心点 Q を P の対応点とする。つまり n 番目の基準フレーム画像におけるブロック画像 B_p の中心画素 $P(a, b)$ が、 $n+1$ 番目のフレーム画像において $Q(c, d)$ に移動したということになる。その時のオプティカルフローは、 $V(c-a, d-b)$ というベクトルで表される。また、ベクトル V の大きさは次式(4)で表されることになる。

きさの幅分だけを左目用及び右目用のそれぞれのスリット画像の基準線の位置から左側の部分に対して基準フレーム画像から切り取る (この幅をスリット画像の幅 W とする)。

【0020】ここでビデオカメラ200は、固定された垂直の回転軸に対して回転する動きしか与えていないので、基準フレーム画像と比較フレーム画像とを比較した場合に、各画素は原理的には水平方向にしか動かず、オプティカルフローの垂直成分は0となる。したがってオプティカルフローの大きさは水平成分のみを評価し、決定することにする。

【0021】図7はスリット画像の結合を行う図である。S106において、 n 番目の基準フレーム画像から切り出されたスリット画像を、 $n-1$ 番目までのスリット画像が結合された画像に結合し、新たなパノラマ画像を生成する。ここで、スリット画像を結合する位置は、ビデオカメラ200の回転方向により変わるが、中心線オプティカルフローの水平成分の符号が正であれば、ビデオカメラ200は左に回転していることになるので、スリット画像をパノラマ画像に対して左側に結合し、新たなパノラマ画像を生成する。逆に符号が負であれば、ビデオカメラは右に回転していることになるので、スリット画像はパノラマ画像に対して右側に結合し、新たなパノラマ画像を生成する。この処理はビデオカメラ200の回転方向に依存しているので、左目用のパノラマ画像の結合でも右目用のパノラマ画像の結合でも同じ処理となる。

【0022】S107において、さらに結合する次のフレーム画像が存在するかどうかを確認し、存在すれば（つまり $n=N-1$ でなければ）、現在の比較フレーム画像を基準フレーム画像としてS101において新たな比較フレーム画像を入力し、画像生成処理を行う。結合する次のフレーム画像が存在しなければ（つまり $n=N-1$ であれば）、パノラマ画像結合処理を終了する。

【0023】図8は奥行き視差角の説明図である。図8(a)は円周R上で距離の異なるオブジェクトA及びBを撮影した様子である。Oはビデオカメラ200の回転軸である。A及びBはそれぞれオブジェクトAとオブジェクトBの位置を表している。このとき、オブジェクトAは、パノラマ画像内のC及びDの位置に、それぞれ右目用、左目用として記録される。同様に、オブジェクトBは、パノラマ画像内のE及びFに記録される。ところが、奥行き視差角 θ のままで、このパノラマ画像をステレオ視すると、 θ は無遠のオブジェクトに対する奥行き視差角に対して設定された角度であるから、オブジェクトAやオブジェクトBは無遠に存在しているように見えてしまう。パノラマ画像内のオブジェクトA及びオブジェクトBを正確な距離感でステレオ視できるようにするためには、オブジェクトAやオブジェクトBの距離に応じた奥行き視差角を与えなければならない。そこで、S108において、パノラマ画像内の各オブジェクトに対して、その距離に基づいた奥行き視差角の角度情報を付加し、パノラマ画像にリンクさせて記憶させておく。

【0024】図8(b)はパノラマ画像内のオブジェクトと奥行き視差角との関係を表す図である。図8(b)に示すように、 $\angle C'O'D'$ と $\angle E'O'F'$ をS104で算出した 2θ に一致させると、 θ 、 θ' 及び θ'' の間の関係は $\theta > \theta' > \theta''$ となる。つまり、無遠点

$$a = r \sin \theta' / \sin (\theta' - \theta) \quad \dots (5)$$

$$\tan \theta' = \sin \theta / (\cos \theta - r/a) \quad \dots (6)$$

この値をパノラマ画像の各オブジェクトに対応付けて記録させておき、ステレオ視する際に左目用及び右目用のパノラマ画像に対応させるようにする。

【0027】なお、オブジェクトまでの距離の測定方法は特に定めるものではないが、例えば、一般的に使用されているように、2枚の画像における対応点のマッチングを利用したり、レンジセンサを用いることで測定することができる。また実際に左目用、右目用のパノラマ画像をステレオ視していくつかの視線方向に対して焦点が合うように奥行き視差角の調節を行い、これらのサンプル値をキーとしてその間を補完し、各オブジェクトの奥行き視差角を定めることも可能である。

【0028】図10は、S109におけるパノラマ画像表示処理を表すフローチャートである。S109において、奥行き視差角に基づいて、S1001～S1007の処理により、左目用、右目用のそれぞれのパノラマ画

に対する奥行き視差角に対し、オブジェクトの位置が視点位置に近くなる程、奥行き視差角は大きくなる。したがって、オブジェクトA'または、オブジェクトB'を両眼で正確な位置に見るには、左目用及び右目用のパノラマ画像を奥行き視差角 θ' 又は θ'' だけ左右それぞれの視点位置を中心に動的に回転させ、表示させるようにすればよい。

【0025】図9は奥行き視差角に基づいたパノラマ画像回転処理を表す図である。右目用及び左目用のパノラマ画像の基準位置（パノラマ画像の生成を始めた位置）をそれぞれS、Tとする。さらに右目用のS'の位置に対応する画像は、左目用のT'の位置に記録されているとする。ここで例として、S'及びT'に記録されているオブジェクトが図8(b)のオブジェクトA'であるとする、左目用のパノラマ画像を視点を中心に時計回りに θ' 、右目用のパノラマ画像を視点を中心に反時計回りに θ' 回転させてステレオ視することによって、両眼視差によりオブジェクトA'が正確な位置に配置されているように見える。もちろん、左目の視線方向を反時計回りに θ' 回転させ、また右目の視線方向を時計回りに θ' 回転させることでも、相対的に同じ角度だけ回転させたことになり、オブジェクトA'が正確な位置に配置されて映像が見える。

【0026】次にオブジェクトまでの距離と、奥行き視差角との関係を示す。図8(b)において、回転軸からオブジェクトA'までの距離 $A'O' = a$ 、回転半径 $C'O' = r$ 、無遠点に対する奥行き視差角 $(\angle C'O'A')$ を θ 、オブジェクトA'に対する奥行き視差角 $\angle G'C'A' = \theta'$ とすると、次式(5)及び

(6)が成立し、オブジェクトまでの距離に応じた奥行き視差角 θ' が算出できる。

像を視点を中心に回転させて表示処理する。S1000において、処理を開始する。S1001において、各オブジェクトに付加された奥行き視差角に基づいて左目用、右目用のパノラマ画像をそれぞれ視点位置を中心に時計回り、反時計回りに奥行き視差角だけ回転させる。S1002において、左目用のパノラマ画像をディスプレイに表示する。S1003において、液晶シャッターメガネ211の左目のシャッターを開き、右目のシャッターを閉じる。S1004において、右目用のパノラマ画像をディスプレイに表示する。S1005では、液晶シャッターメガネ211の右目のシャッターを開き、左目のシャッターを閉じる。S1002～S1005の処理は、赤外線発信器212を介し、液晶シャッターメガネ211とディスプレイ208との間で、十分に高速に同期がとられて実行されて、左目には左目用のパノラマ画像だけが見え、右目には右目用のパノラマ画像だけが

見え、両眼視差に基づいたステレオ視が可能となる。S1006において、パノラマ画像をステレオ視している者が、視線方向の変更を指示しなければ、S1001に戻り、S1002～S1005の処理を実行し続ける。S1007において、パノラマ画像をステレオ視している者が、視線方向の変更を指示した場合、左目用及び右目用のパノラマ画像の基準位置をそれぞれ指示された角度だけ回転させ、表示することで、視点を中心に360度のパノラマ画像をステレオ視することができる。S1006において、終了処理が指示された場合、S908の処理を行い表示処理を終了し、S110の終了処理を実行し、全ての処理を終了する。

【0029】以上のように第1の実施の形態によれば、ビデオカメラ200を回転させて、撮影された画像を結合してパノラマ画像を生成する際、基準フレーム画像と比較フレーム画像とのそれぞれ連続する2つの画像に基づいて、基準フレーム画像の左右のスリットの基準線に対してそれぞれオプティカルフローを算出し、そのオプティカルフローの大きさのうち最も多い値を幅としてスリット画像の切り出しを行い、スリット画像を結合しながらパノラマ画像を生成するので、ビデオカメラ200の回転角の角速度を一定に保たなくても、ビデオカメラ200の回転量に応じた幅のスリット画像を切り出し、また、静止画像を単純につなぎ合わせる画像作成のように、レンズの焦点距離等の情報を使わなくてもよいので、精度の高い機器や厳密な操作を必要とせず、撮影された連続画像から自動的にパノラマ画像を生成することが可能である。また、パノラマ画像内のオブジェクトに対して奥行き視差角のデータを付加し、オブジェクトの距離に対応した奥行き視差角を利用してパノラマ画像の位置調整を行って表示させるので、オブジェクトに対して正確な距離感でステレオ視を行うことができる。

【0030】実施形態2. 上述の実施の形態においては、ビデオカメラ200による撮影画像に基づいてパノラマ画像を生成する方法を示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば赤外線等の可視光とは異なる波長を利用して得られた画像、温度分布等を測定することによって得られた画像等における二次元分布の格子に値が存在し、行又は列方向に連続的に変化する二次元の格子点情報が得られるような画像であれば適用可能である。

【0031】実施形態3. また、上述の実施の形態においては、n番目に切り出したスリット画像をそのままn-1番目まで結合された画像に結合するようにしたが、切り出された画像幅よりもオプティカルフローが小さな値を持つ画素の行に対して伸長を施して、画素の割り当てを行って画素の連続性を保つようにしてもよい。

【0032】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、連続する2つの画像に基づいて、基準となる画像を2等分する中

心線から等距離にある2本の基準線上の各画素におけるオプティカルフローの大きさを算出し、算出した各画素のオプティカルフローの大きさに基づいて、右目用及び左目用のパノラマ画像を生成するためのスリット画像の幅をそれぞれ決定して、スリット画像の切り出し及び結合を行って右目用及び左目用のパノラマ画像を生成し、表示するようにしたので、撮影画像における回転角の角速度を一定に保たなくても、画像間の画素の移動距離に応じたスリット画像を切り出して結合することができ、また、静止画像を単純につなぎ合わせる画像作成のように、レンズの焦点距離等の情報を使わなくてもよいので、精度の高い機器や厳密な操作を必要とせず、撮影された連続画像から自動的にパノラマ画像を生成することが可能である。

【0033】また、本発明によれば、パノラマ画像内のオブジェクトに対して奥行き視差角のデータを付加し、オブジェクトの距離に対応した奥行き視差角でパノラマ画像を表示させるので、オブジェクトに対して正確な距離感でパノラマ画像をステレオ視することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るパノラマ画像生成方法を実現するための処理を表すフローチャートである。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係るパノラマ画像生成方法を実現するためのシステムの構成例を示すブロック図である。

【図3】ビデオカメラの回転角と位置との関係を表す図である。

【図4】画面とスリットの位置との関係を表す図である。

【図5】ブロックマッチングによるオプティカルフローの算出例を表す図である。

【図6】オプティカルフローの検出結果とスリット画像の説明図である。

【図7】スリット画像の結合を行う図である。

【図8】奥行き視差角の説明図である。

【図9】奥行き視差角に基づいたパノラマ画像回転処理を表す図である。

【図10】S109におけるパノラマ画像表示処理を表すフローチャートである。

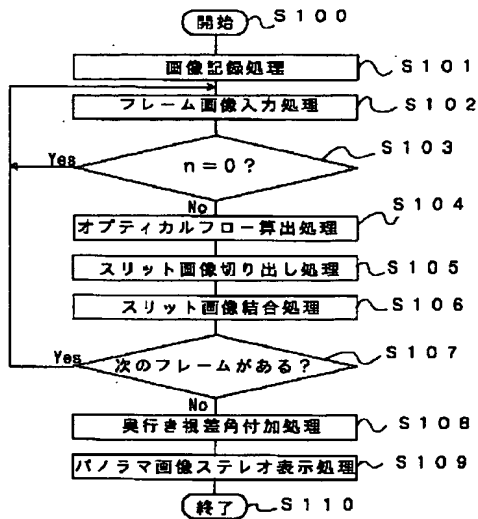
【符号の説明】

200	ビデオカメラ
201	三脚
202	ビデオ入力装置
203	コンピュータ
204	CPU
205	メモリ
206	キーボード
207	マウス
208	ディスプレイ

209 プリンタ
210 二次記憶装置

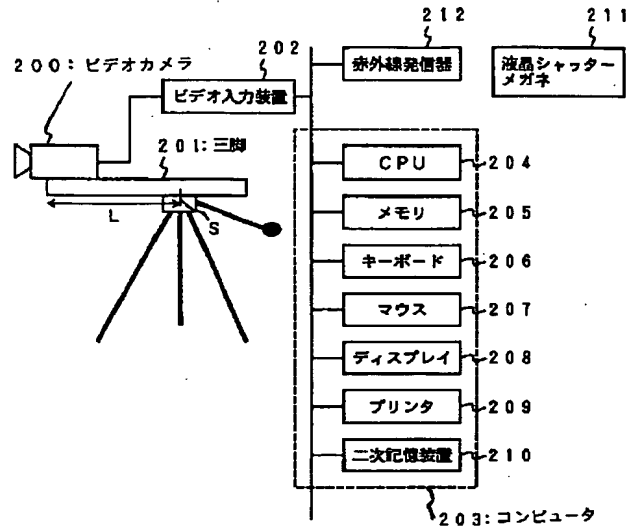
211 液晶シャッターメガネ
212 赤外線発信器

【図1】



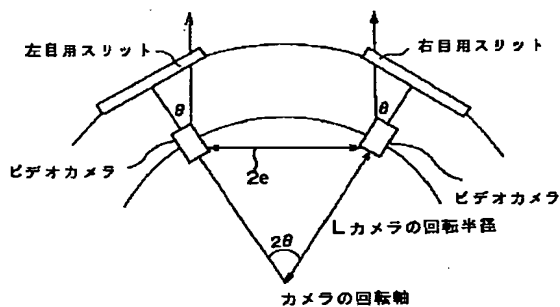
第1の実施の形態に係る処理を表すフローチャート

【図2】



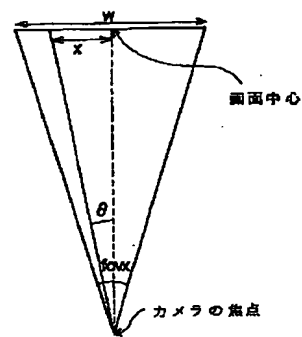
第1の実施の形態に係るシステムの構成例を示すブロック図

【図3】



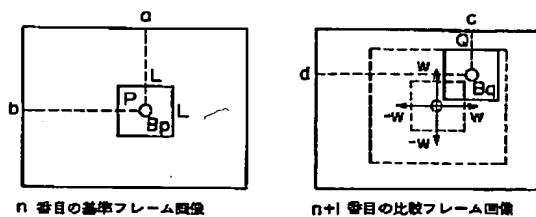
ビデオカメラの回転角と位置との関係を表す図

【図4】



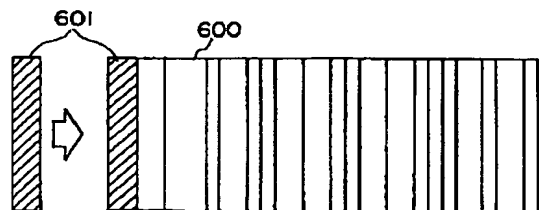
画面とスリットの位置との関係を表す図

【図5】



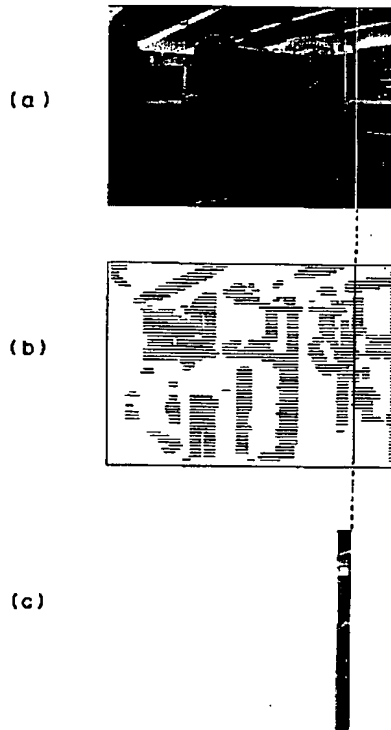
ブロックマッチングによるオプティカルフローの算出例を表す図

【図7】



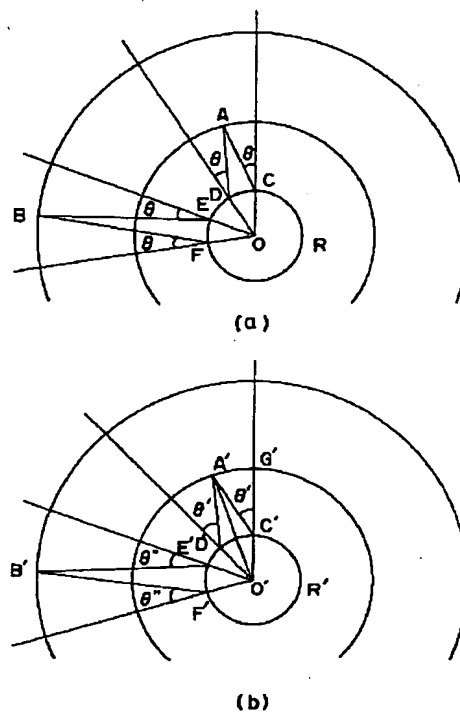
スリット画像の結合の説明図

【図6】



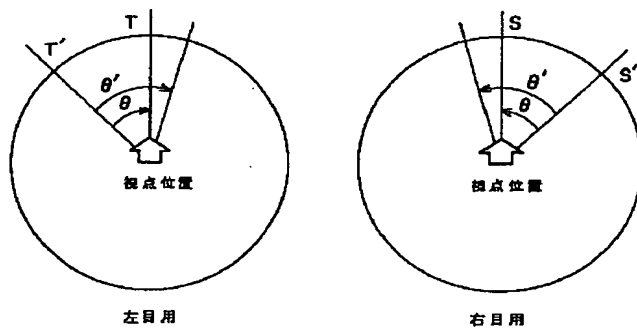
オブティカルフローの検出結果とスリット画像の説明図

【図8】



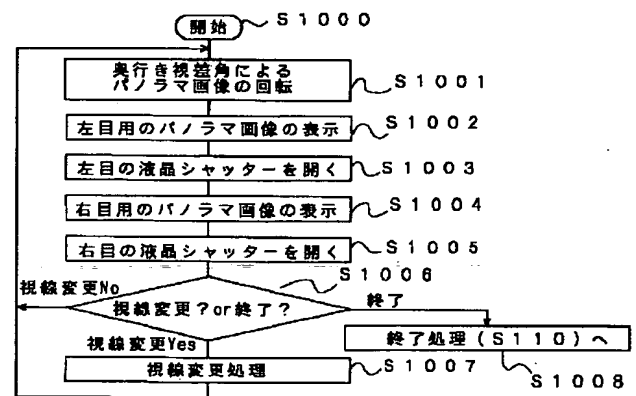
奥行き視差角の説明図

【図9】



奥行き視差角に基づいたパノラマ画像回転処理を表す図

【図10】



S108におけるパノラマ画像表示処理を表すフローチャート

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.